

# Automated grading of a peripheral facial palsy

T.C. ten Harkel

Het Sunnybrook Facial Grading System (SFGS) is één van de aanbevolen en gevestigde graderingssystemen om de ernst van een unilaterale perifere aangezichtsverlamming (PAV) te bepalen. Hierbij worden 13 elementen geëvalueerd op basis van zes mimische posities van het aangezicht. De kwaliteit van de gradering hangt af van de ervaring van de beoordelaar door de geassocieerde leercurve van de SFGS. Dit maakt de SFGS minder toegankelijk voor ongetrainde collega's, onderzoekers of voor de thuismonitoring bij patiënten. Daarom onderzoekt dit proefschrift de automatisering van de SFGS met het lange-termijndoel om een gebruiksvriendelijk systeem te ontwikkelen dat door de patiënt thuis gebruikt kan worden. Aangezien de handmatige SFGS is gebaseerd op visuele inspectie, gebruikte de automatisering non-invasieve beeldvorming gebaseerd op 3D video (4D), waarbij er de mogelijkheid was om dieptedata van het aangezicht te analyseren. Voor thuisgebruik waren goedkope, draagbare en gebruiksvriendelijke camera's nodig, en de RealSense F200 en RealSense D415 voldeden aan deze eisen.

Het eerste gedeelte van dit proefschrift bestond uit de validatie van de dieptedata van de RealSense camera's tijdens de zes mimische posities van de SFGS. De RealSense camera's bleken een gemiddelde diepteaccuraatheid van 1,23 mm te hebben, waarbij de mimische posities de diepteaccuraatheid niet beïnvloedden. Daarnaast werd de betrouwbaarheid getest voor 3D landmarkplaatsing en de hiervan afgeleide antropometrische metingen op de RealSense D415 afbeeldingen. Hierbij werd een gemiddelde betrouwbaarheid van 1,31 mm gevonden bij de landmarkplaatsing en een onderschatting van de antropometrische metingen van -1,12 mm. Rekening houdend met het formaat en de kosten van de RealSense F200 en D415, werden de camera's gezien als een goede optie voor een draagbare en goedkope 4D camera voor de automatisering van de SFGS.

Na de validatie van de RealSense camera's werd een eerste geautomatiseerde SFGS ontwikkeld, gebaseerd op een convolutional neural network, waarbij 2D kleuren afbeeldingen van de RealSense opnames werden gebruikt om het model te trainen. De modellen genereerden scores voor alle 13 SFGS elementen, waarmee de totaalscore van de SFGS kon worden berekend. Hierbij werd een intraklasse correlatiecoëfficiënt (ICC) van 0,87 gevonden ten opzichte van menselijke beoordelaars. Een verdere optimalisatie met de toevoeging van 2D facial landmarks verhoogde de betrouwbaarheid van de geautomatiseerde SFGS tot een uitstekende ICC van 0,91. Dit betekende dat de geautomatiseerde SFGS beoordeelde met een vergelijkbare betrouwbaarheid als ervaren menselijke beoordelaars.

Hoewel de geautomatiseerde SFGS veelbelovende resultaten toont, blijft verdere ontwikkeling nodig, zoals het benutten van 4D data, validatie in verschillende klinische omgevingen en integratie in eHealth systemen. Met meer data en geavanceerdere deep learning modellen kan de geautomatiseerde SFGS niet alleen betrouwbaarder worden, maar ook toepasbaar in dagelijks klinisch gebruik en bij patiënten thuis. Dit proefschrift is een eerste stap richting een geautomatiseerd, accuraat en toegankelijk hulpmiddel voor het beoordelen van een PAV.